

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-058259

(43)Date of publication of application : 06.03.2001

(51)Int.Cl. B23K 1/008
B23K 1/00
B23K 31/02
H01L 21/60
H05K 3/34
// B23K101:40

(21)Application number : 2000-183553 (71)Applicant : SHINKO SEIKI CO LTD

(22)Date of filing : 19.06.2000 (72)Inventor : ONO YOSHINOBU
SHINKAI KICHIJI
MORI TAKESHI
HASHIMOTO TAKASHI
IWASA HISAO
NAKANO YOSHIMASA
KAGAMI JOJI
FURUMOTO KOKI
TAKEUCHI TATSUYA

(30)Priority

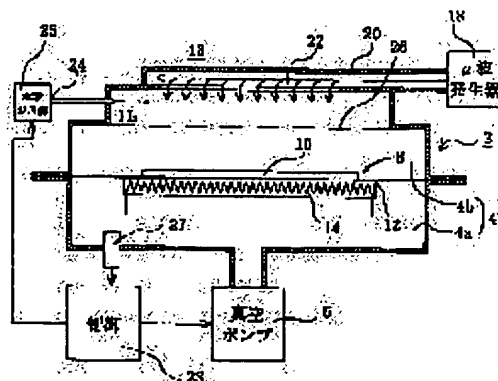
Priority number : 11172381 Priority date : 18.06.1999 Priority country : JP

(54) SOLDERING METHOD AND SOLDERING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To unnecessitate a cleaning process and to prevent the development of voids by raising and holding the temp. in a vacuum chamber where a material to be treated having a solder is disposed and the pressure is reduced into a vacuum state to the solder fusing temp. and simultaneously supplying a free radical gas into the vacuum chamber.

SOLUTION: The material to be treated (wafer) 10 having the solder is set on a supporting table 12 by opening an upper chamber 4b, and after closing the upper chamber



4b, a vacuum pump 6 is started to create a vacuum state in the chamber 4. Microwaves are generated by operating a microwave generator 18 in a free radical gas generating device 16 and gaseous hydrogen is supplied into the chamber 4 from a gaseous hydrogen source 25 to generate hydrogen radicals in the chamber 4. When the pressure in the chamber 4 becomes a prescribed value, the electricity is fed to a heater 14 embedded in the supporting table 12 and the material to be treated 10 is heated up to the solder fusing temp. and this temp. is held. In this way, the solder on the material to be treated 10 is fused to form a solder bump.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to what can skip the washing process after soldering about the soldering approach and equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] On a silicon wafer, a chip, or a substrate, in order to make electrical installation easy, the solder bump who is semi-sphere-like solder may be formed. This solder bump's formation is performed as follows, for example. Namely, [whether flux is applied on this solder layer by forming a solder layer in the substrate which carried out (1) **** by electroplating, and] (2) -- whether it pastes up on the substrate which mentioned above the solder formed spherically using the adhesiveness of flux [or] Or it cools, after heating more than the melting temperature of solder and carrying out melting of the solder in atmospheric air after carrying out whether it prints on the substrate which mentioned above the cream solder which made (3) solder grains and flux scour mutually, or nitrogen-gas-atmosphere mind.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In such a solder bump's formation, flux intercepts reduction of the oxide in solder, removal, and the solder front face after solder melting from atmospheric air, and it is used in order to prevent oxidation. However, since melting of solder and the flux residue which remained in tops, such as a substrate, after cooling have a bad influence on the insulation and corrosion resistance maintenance of a substrate etc., washing and

its removal are indispensable. Moreover, at the time of heating, flux may be unable to denaturalize, and it may be unable to change to the matter which cannot melt into a solvent easily, and may be unable to wash easily in a washing process.

[0004] Furthermore, at the time of solder melting, the air bubbles (void) resulting from the gas constituents in flux or solder may be generated inside solder Itabe, and, as for these air bubbles, electrical conductivity and heat-conducting characteristic are worsened.

[0005] Only in a solder bump's formation, it does not generate, but also in soldering of the substrate to INTAPOZA besides formation of the solder bump to INTAPOZA used in order to extend wiring pitches, such as a semiconductor device, in the wiring pitch of a mounting substrate etc., and soldering to the mounting substrate of INTAPOZA, the above problems are produced when the wiring pitch of a mounting substrate is larger than wiring pitches, such as the above-mentioned semiconductor device.

[0006] This invention aims to let a washing process offer the unnecessary soldering approach and equipment. Furthermore, a washing process is unnecessary and this invention aims to let it offer the soldering approach and equipment which can prevent generating of a void.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The soldering approach by this invention possesses the process which decompresses to a vacua the vacuum chamber by which the processed material which has solder is arranged, the heating process which maintains the temperature of a vacuum chamber to the melting temperature of said solder while raising the temperature of the vacuum chamber in said vacua to the melting temperature of said solder, and the process which supplies free radical gas in said vacuum chamber in parallel to this heating process.

[0008] In a vacua, while carrying out the temperature up of the processed material to the melting temperature of solder and maintaining melting temperature, solder fuses and soldering is performed. In the meantime, since free radical gas is supplied in the vacuum chamber, the oxide in solder can be returned according to a reduction operation of this free radical gas.

[0009] From the time of said heating process being started, the process which supplies said free radical gas can be overdue, and can be started. The telophase of a free radical gas supply process can also be made almost simultaneous with the telophase of a heating process. The period of the supply process of free radical gas is made shorter than the period of a heating process. Thus, when constituted, after the air bubbles generated in solder escape from the defective part of the oxide film currently automatically formed on the surface of solder, or after tearing and escaping from the natural oxidation film, reduction by free radical gas is performed. Therefore, while reduction is performed, the air bubbles in solder are removed.

[0010] Said reduced pressure can be performed up to about 0.01 Torr(s) (about 1.33Pa). Furthermore, said reduced pressure control is performed controlling the exhaust velocity of the exhaust air means connected to the vacuum chamber, and by controlling the amount of supply of the gas into said vacuum chamber, for example, can be performed to the pressure of about 0.1 Torr(s) thru/or 1Torr (about 13.33Pa thru/or 133Pa).

[0011] Thus, by controlling the exhaust velocity of an exhaust air means, and the amount of supply of gas, a vacuum chamber can be exhausted to the pressure defined beforehand, and it can hold. And these control can measure the pressure in a vacuum chamber, and can automate it easily by making it return.

[0012] The heating means is arranged in the vacuum chamber which can open and close the soldering equipment by this invention. A vacuum chamber is made with the thing equipped with the chamber and the exhaust air means formed in this. A heating means heats the processed material held in the vacuum chamber. The processed material has the solder for for example, solder bump formation. Two or more solder can also be prepared and singular solder can also be prepared. A heating means can heat a processed material to the melting temperature of said solder at least.

[0013] According to this soldering equipment, since the inside of a vacuum chamber can be opened and closed, a processed material can be arranged to that interior. The processed material arranged in a vacuum chamber is heated by the heating means, and the solder which a processed material has fuses it. Moreover, since free radical gas is supplied, the oxide of the inside of solder and a junction interface can be returned according to a reduction operation of this free radical gas.

[0014] The thing with reducibility for which the oxide in solder is returned is also considered, for example using hydrogen gas, without using free radical gas. However, in order to use the reducing power of hydrogen gas effectively, temperature of a processed material must be made high and the high temperature of a parenthesis must be held over a long time. If temperature of a processed material is made high not much and an elevated-temperature condition is held, damage may be done to a processed material. However, since it activates beforehand when free radical gas is used, it is not necessary to carry out long duration maintenance of the temperature of a processed material highly, and damage is not done to a processed material.

[0015] As said free radical gas supply means, the supply means of gas and a plasma generating means to plasma-ize this gas can be used.

[0016] As a plasma generating means, although various things can be used, a frequency can use the power source which is a RF, for example, 13.56MHz and microwave, for example, 2.45GHz, as a plasma excitation power source. Moreover, things, such as a capacity-coupling mold, an inductive-coupling mold, and microwave discharge, can be used as a discharge means of a plasma generating means.

[0017] A heating means can do rapid heating and forced cooling with what was constituted possible. For example, when the base material which supports a processed material is formed according to the quality of the material with small heat capacity, a heating means, for example, a heater, is laid under that interior and contact and non-contact form a cooling means in this base material possible, rapid heating and cooling can be enabled.

[0018] When rapid heating and the heating means which can be cooled quickly are established, a processed material can be heated quickly, melting of solder can be performed upwards quickly, and solder can be cooled quickly. Therefore, it is rare to do damage by heat to a processed

material. Furthermore, the solder crystal grain child seen when a cooling rate is slow grows greatly, and it can prevent having a bad influence on bonding strength.

[0019]

[Embodiment of the Invention] The soldering equipment of the gestalt of operation of the 1st of this invention has the vacuum chamber 2, as shown in drawing 1 . A vacuum chamber 2 has a chamber 4 and a chamber 4 consists of lower room 4a and up room 4b. Lower room 4a is the thing of a cube type which has opening in an upper limb, and up room 4b is combined on the hinge possible [a tegmentum] in the opening. In addition, in the condition that up room 4b is carrying out the tegmentum of the lower room 4a, the interior of both is airtight. The exhaust air means 6, for example, a vacuum pump, is attached in the pars basilaris ossis occipitalis of lower room 4a. In a tegmentum condition, the interior of a vacuum chamber 2 can be made into a vacua by operating a vacuum pump 6. In addition, a vacuum pump 6 can control the exhaust velocity.

[0020] The heating means 8, for example, heating apparatus, is formed in the interior [of this vacuum chamber 2], for example, lower room 4b, side. This heating apparatus 8 has the plate-like susceptor 12 which can be supported by the front-face side for the processed material 10, for example, the silicon wafer which forms a solder bump. This susceptor 12 is the quality of the material with small heat capacity, for example, a ceramic, and a product made from carbon, and the heater 14 is laid under that interior.

[0021] In addition, the power source for heating of this heater 14 is prepared in the exterior of a vacuum chamber 2, and with the airtight condition of a vacuum chamber 2 maintained, the lead wire of a heater 14 is drawn outside and connected to the power source for heating.

[0022] Although not illustrated, the cooling system of the magnitude which can contact all over the rear face of susceptor 12 is formed possible [contact and non-contact] in the vacuum chamber 2 at the rear-face side of susceptor 12. This cooling system cools susceptor 12 with a fluid, for example, water.

[0023] While a heater 14 energizes and heating the processed material 10, although it is susceptor 12 and non-contact, when the energization to a heater 14 is severed, a cooling system contacts the rear face of susceptor 12, and cools susceptor 12. Since susceptor 12 of heat capacity is small, rapid heating can be performed and rapid cooling is possible.

[0024] The free radical generation-of-gas means 16, for example, a hydrogen radical generator, is formed in up room 4b of a chamber 4. With a plasma generating means, this hydrogen radical generator 16 plasma-izes hydrogen gas, and generates a hydrogen radical. This hydrogen radical generator 16 has the microwave generator 18 in the exterior of up room 4b, and has the waveguide 20 which transmits the microwave oscillated in this on the upper wall of up room 4b. This waveguide 20 has the microwave installation aperture 22. This microwave installation aperture 22 is formed in the wrap configuration in the whole surface of susceptor 12 so that susceptor 12 may be met. Therefore, as an arrow head shows, microwave is crossed to the large field which covers the whole surface of susceptor 12, and invades in up room 4b at drawing 1 .

[0025] The hydrogen gas supply line 24 is formed in up room 4b [near this introductory aperture 22]. This hydrogen gas supply line 24 is for supplying hydrogen gas in up room 4b from the

source 25 of hydrogen gas established in the exterior of a vacuum chamber 4. The source 25 of hydrogen gas is controllable in the amount of supply into a chamber 4. This supplied hydrogen gas is plasma-ized by the microwave introduced through the microwave installation aperture 22, and generates a hydrogen radical by it. This hydrogen radical passes along the wire gauze 26 formed in order to carry out uptake of an unnecessary charged particle like ion to the interior of up room 4b, and goes throughout a processed material 10. In addition, two or more hydrogen gas supply lines 24 can be installed.

[0026] In order to control the source 25 of hydrogen gas, and a vacuum pump 6, the control unit 28 is formed. In order to use for the control in this control device 28, the pressure gage 27 is formed in the chamber 4.

[0027] Thus, soldering in the constituted soldering equipment is performed as follows, for example. First, up room 4b is opened and the wafer already formed is arranged on susceptor 12 as a processed material 10. On the processed material, two or more solder layers or balls which become a solder bump's origin are set, and spacing is arranged. The inside of a chamber 4 is exhausted up to about 0.01 Torr(s) (about 1.33Pa), as a vacuum pump 6 is operated and it is shown in drawing 2, and let the inside of a chamber 4 be a vacua, after closing up room 4b. While operating the microwave generator 18 and generating microwave, hydrogen gas is supplied in a chamber 4 and a hydrogen radical is generated in a chamber 4. The pressures in the chamber 4 at this time are about 0.1 thru/or 1Torr (about 13.3Pa thru/or 133.3Pa).

[0028] If the pressure in a chamber 4 turns into the above-mentioned pressure, it will energize at a heater 14 and a processed material 10 will be heated. Since the heat capacity of susceptor 12 is small, it becomes the melting temperature of solder very much in a short time, for example, about 2 minutes after heating initiation. This melting temperature is held over about 1 minute. Of this, the solder on a processed material 10 fuses and a solder bump is formed. Since the hydrogen radical is supplied all over the processed material 10 at this time, the metallic oxide contained in solder is also returned by the hydrogen radical. since the inside of a chamber 4 is a vacua even if air bubbles are formed in solder at coincidence -- the big air bubbles out of solder -- escaping -- formation of a solder void -- being certain -- extent inhibition is carried out. If solder fuses and a solder bump is formed, the energization to a heater 14 will be severed, a cooling system will contact susceptor 12, and cooling of a processed material 10 will be performed. This cooling is also performed quickly, for example, it is returned to a room temperature in about 1 minute. In addition, vacuum suction is mostly carried out to initiation of cooling up to about 0.01 Torr(s) (about 1.33Pa) by the vacuum pump 6 in a chamber 4 at coincidence, and nitrogen gas is supplied from the source of nitrogen gas which is not illustrated after that, and it considers as atmospheric pressure.

[0029] Thus, since it supplies to the processed material 10, the powerful free radical gas, for example, the hydrogen radical, of reducing power, not using flux can also return a solder oxide. Moreover, within the chamber 4 in a vacua, since heating and melting of solder are performed, big air bubbles can also be easily extracted from solder, and can prevent generating of the void in solder.

[0030] Moreover, since the powerful free radical gas of the reducing power acquired by plasma-ization of gas is used, it is not necessary to raise the temperature of solder or a processed material

even to temperature quite higher than temperature required for melting of solder, and a processed material 10 is not damaged. And since rapid heating and forced cooling are performed as mentioned above to the processed material 10, the time amount by which processed material 10 the very thing is maintained at an elevated-temperature condition is short, and a processed material 10 is not damaged with heat.

[0031] moreover -- since installation of microwave is performed by the microwave installation aperture 22 of a wrap configuration in the whole surface of a processed material 10 -- a hydrogen radical -- directly under [of the microwave installation aperture 22] -- it is -- a processed material 10 -- the whole region is mostly generated in a wrap configuration and area, and reduction of oxidation solder is also uniformly performed in each oxidation solder.

[0032] In addition, based on the pressure signal from a pressure gage 27 formed in the chamber 4, the control section 28 is performing control of a vacuum pump 6 or the source 25 of hydrogen gas supply.

[0033] Moreover, soldering in this soldering equipment can also be performed as follows, for example. First, up room 4b is opened and a processed material 10 and two or more solder layers, or a ball is arranged on susceptor 12. Up room 4b is closed, the inside of a chamber 4 is exhausted up to about 0.01 Torr(s) (about 1.33Pa), hydrogen gas is supplied in a chamber 4, and it considers as a hydrogen ambient atmosphere. The pressures in the chamber 4 at this time are about 0.1 Torr(s) thru/or 1Torr (about 13.3 thru/or 133.3Pa). Next, it energizes and heats at a heater 14 and considers as the melting temperature of solder. this melting temperature -- about 3 [for example,] -- or it continues for 4 minutes. When [of time amount predetermined from the time of initiation of this heating, for example, about 1.5 minutes, i.e., heating time, / 2 / about 1-// passes] 2 minutes passed, the microwave generator 18 is operated and a hydrogen radical is generated in a chamber 4. the generating condition of this hydrogen radical -- about 1.5 [for example,] -- or it continues for 2 minutes. about [namely, / of a heating process] -- passage of time [one half of] after -- about [of a heating process / remaining] -- one half is covered and a hydrogen radical is generated. Hereafter, processing is performed like the soldering approach mentioned above. The temperature and the pressure profile of this soldering approach are shown in drawing 3 . in addition, generating of a hydrogen radical -- about [of a heating process] -- what is necessary is just to start the initiation stage from the time of initiation of a heating process after the passage of time of about 1/4 thru/or 3/4 that what is necessary is just the back [time / of initiation of a heating process], although it started after one half of time amount's passing In this case, a halt of supply of a hydrogen radical may be mostly carried out to termination of a heating process at coincidence, conversely, it may be quicker than the termination stage of a heating process, and supply of a hydrogen radical may be suspended.

[0034] The photograph of the radiolucent finding of the processed material 10 only when only heating by drawing 4 raising temperature to the melting temperature of solder in a hydrogen gas ambient atmosphere in above-mentioned soldering equipment and drawing 5 are this solder bump's scanning electron microscope photographs. The radiolucent finding of drawing 4 shows that the void has escaped from each bump. As a result of escaping and coming out, a hollow is formed in each bump as shown in drawing 5 . The natural oxidation film is torn and this is considered to be the result out of which the void escaped from and came, or the void escaped

from and came out from the defective part of the natural oxidation film currently formed on the surface of the bump. Thus, heating is only desirable when extracting a void is only considered.

[0035] The photograph of the radiolucent finding of the processed material 10 when the time of initiation of the temperature rise in the heating process which drawing 6 is raised to the melting temperature of solder in a hydrogen gas ambient atmosphere in above-mentioned soldering equipment, and is heated to the time of termination of a heating process irradiates the plasma, and drawing 7 are this solder bump's scanning electron microscope photographs. As Sign a shows to drawing 6 , the bump from whom the fine void has not escaped exists. This is returned by the hydrogen radical to which solder is supplied from the plasma when a bump's front face reaches the melting point, and it has already become a liquid, and the surface tension works greatly and is considered that a void with the small volume was not able to escape from the solder bump. In addition, although the void with the large volume escapes from the surface tension of the bump who is an oil level from a solder void by the strong force, solder is also then blown away by coincidence and spilling of solder produces it. However, in drawing 5 , since the solder bump has not got wet good, the barrier metal b which has a solder bump caudad can be seen, but in drawing 7 , since the solder bump has got wet good, the barrier metal which has a solder bump caudad cannot be seen. Therefore, it is clear to get wet good by reduction by the hydrogen radical. Therefore, when putting emphasis on making **** good, it is desirable to supply a hydrogen radical from the beginning of a heating process to the last.

[0036] After drawing 8 considers as a hydrogen gas ambient atmosphere in above-mentioned soldering equipment and reaching the solder melting point, it is the photograph of the radiolucent finding when performing a plasma exposure after fixed time amount progress, and drawing 9 is this solder bump's scanning electron microscope photograph. The void does not exist in each bump so that clearly from drawing 8 . This is because the void is extracted beforehand and the oxide in a bump is returned by the hydrogen radical after that, before performing a plasma exposure. Moreover, since the void has escaped from the defective part of the natural oxidation film etc. in the condition of having not liquefied before reduction initiation completely yet, solder does not scatter. Therefore, when preventing generating of a void and making **** good, it is desirable to supply a hydrogen radical from the halfway of a heating process.

[0037] The gestalt of operation of the 2nd of the soldering equipment of this invention is shown in drawing 10 . This soldering equipment is different from the soldering equipment of drawing 1 in that the wire gauze 26 is not formed. Since the wire gauze 26 is not formed, charged particles, such as ion, also reach a processed material 10 besides a hydrogen radical, and since reducing power is heightened, reduction of high solder of whenever [oxidation] is also attained more. Although illustration was omitted, the source 25 of hydrogen gas, the pressure gage 27, and the control section 28 are also formed.

[0038] The gestalt of operation of the 3rd of the soldering equipment of this invention is shown in drawing 11 . This soldering equipment has generated free radical gas by plasma-izing hydrogen gas by the RF from a high frequency generator 32. As for 34, as for a chamber and 36, in drawing 4 , the heater for heating at which a wire gauze and 38 had been arranged at susceptor and 40 has been arranged in susceptor 38, and 42 are [a processed material and 44] vacuum pumps for a hydrogen gas supply path and 37. Of course, the cooling system in which non-contact [contact and non-contact] are possible is formed in the rear-face side at susceptor 38. A

high frequency generator 32 impresses a RF between a wire gauze 37 and susceptor 38, and generates the plasma among these. At this time, a hydrogen radical occurs with charged particles, such as ion. Although illustration was omitted, the source of hydrogen gas is connected to the hydrogen gas supply path 36, a pressure gage is formed in a chamber 34 and the control section which controls a vacuum pump and the source of hydrogen gas based on the pressure signal measured with this pressure gage is also prepared in it. the reactionary attachment equipment of the 2nd and 3rd operation gestalten -- also in any, all of the two soldering approaches explained in relation to the 1st operation gestalt can be carried out.

[0039] With the gestalt of three above-mentioned operations, although the wafer was used as a processed material, it is not what was restricted to this, for example, can also be used for formation of the solder bump to a chip or a substrate, can be used also for formation of the solder bump to INTAPOZA, and can be used also for soldering to INTAPOZA, such as a wafer, or soldering to the mounting substrate of INTAPOZA. Furthermore, it can be used also when soldering the substrate carrying a silicon chip etc. to a heat sink, a case so that the large-sized silicon chip beyond about 10mmX10mm may be soldered to a substrate, and.

[0040] Moreover, although the hydrogen radical was used as free radical gas, other things can also be used if it is gas which is not what was restricted to this, for example, generates a free radical by the plasma. In addition, although the gestalt of the 1st and the 2nd operation showed what carried out division formation of the chamber 4 at lower room 4a and up room 4b, a chamber can be formed, for example in the shape of a rectangular parallelepiped, opening of that one side face can be carried out, and it can also consider as the configuration which opens and closes this opening by the lid or the valve.

[0041]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, oxidation of solder can be prevented even if it does not use flux. Moreover, generating of the void in solder can be prevented.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

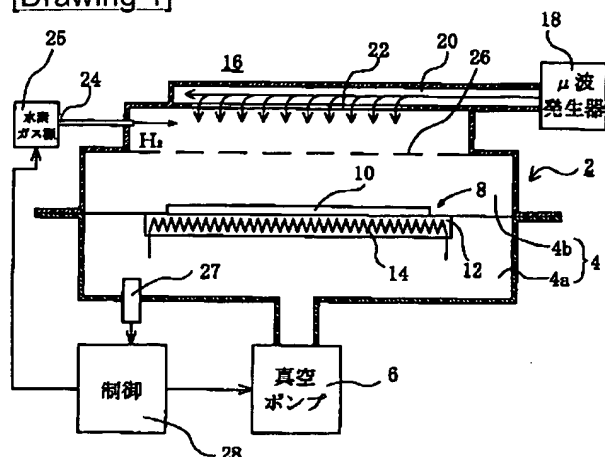
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

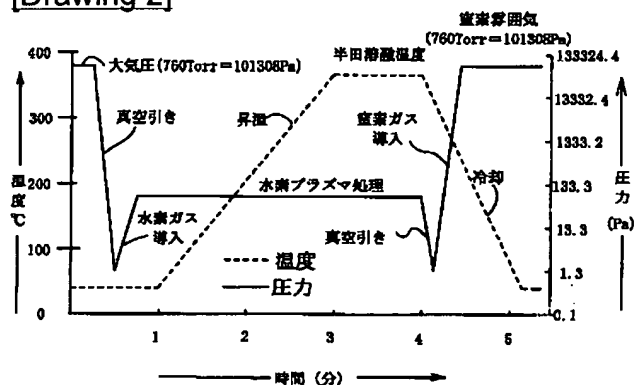
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

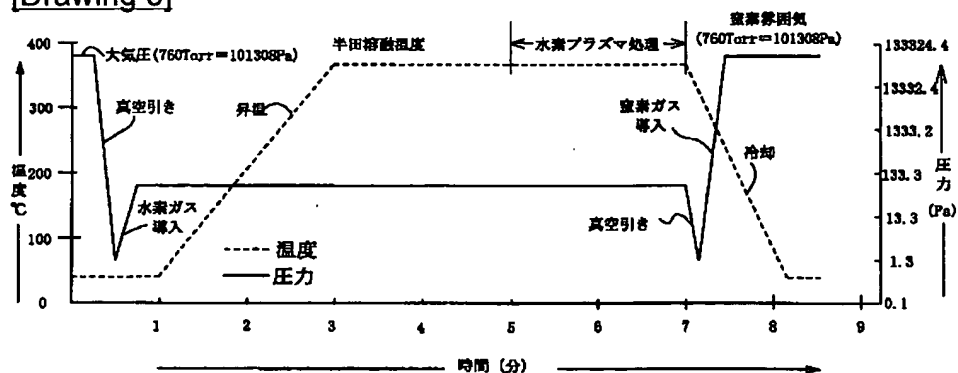
[Drawing 1]



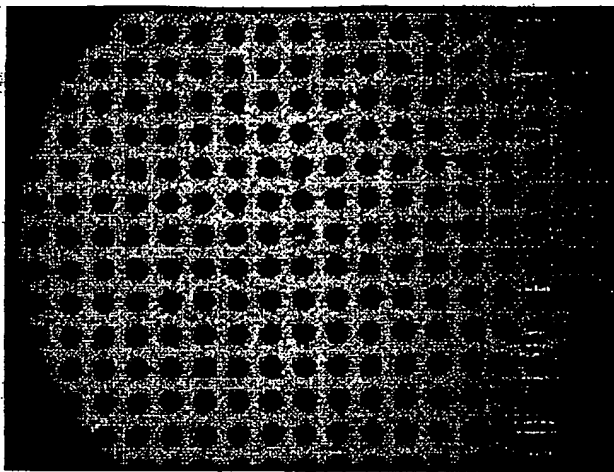
[Drawing 2]



[Drawing 3]



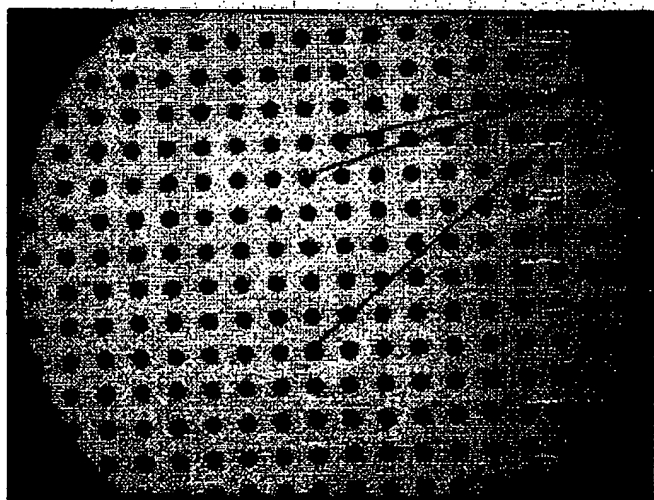
[Drawing 4]



[Drawing 5]



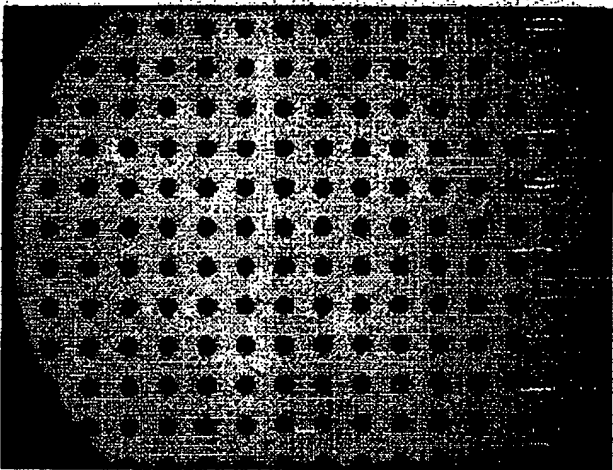
[Drawing 6]



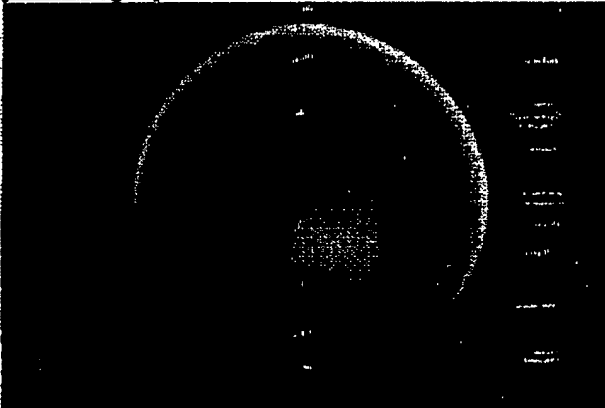
[Drawing 7]



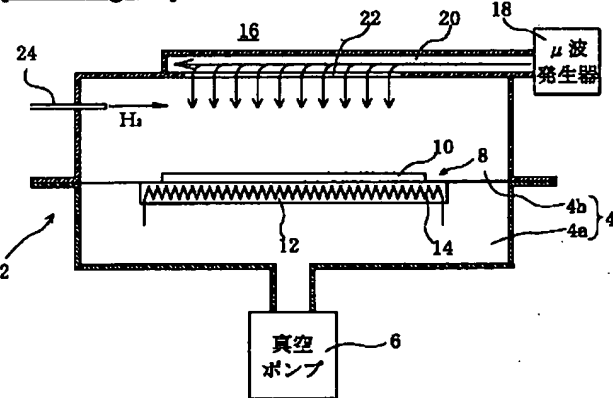
[Drawing 8]



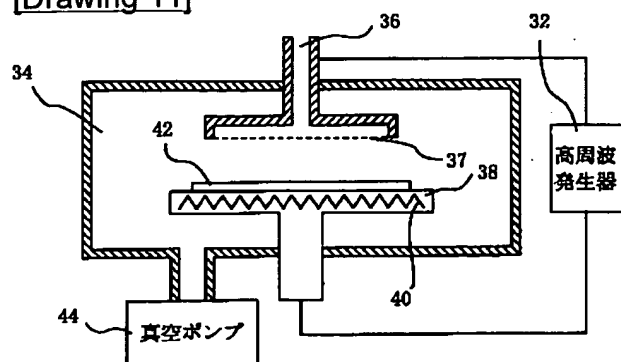
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-58259

(P2001-58259A)

(43) 公開日 平成13年3月6日(2001.3.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト ⁷ (参考)
B 2 3 K 1/008		B 2 3 K 1/008	B
1/00	3 3 0	1/00	3 3 0 E
31/02	3 1 0	31/02	3 1 0 B
			3 1 0 C
			3 1 0 H

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-183553(P2000-183553)

(22) 出願日 平成12年6月19日(2000.6.19)

(31) 優先権主張番号 特願平11-172381

(32) 優先日 平成11年6月18日(1999.6.18)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000192567
神港精機株式会社
兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番35号

(72) 発明者 小野 義徳
兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番35号
神港精機株式会社内

(72) 発明者 新藤 吉治
兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番35号
神港精機株式会社内

(74) 代理人 100062983
弁理士 田中 浩 (外1名)

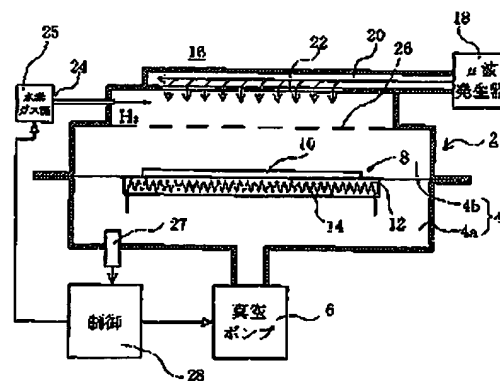
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半田付け方法及び半田付け装置

(57) 【要約】

【課題】 フラックスを使用しない半田付けを実現し、かつボイドの発生を防止する。

【解決手段】 開閉可能な真空室2内にヒーター14を配置し、真空室2内に収容された半田を有する被処理物10を半田の溶融温度以上に加熱する。遊離基ガス供給装置16によって真空室2内に水素ラジカルを導入する。



(2)

特開2001-58259

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半田を有する被処理物が配置された真空室を真空状態に減圧する工程と、前記真空状態にある真空室の温度を、前記半田の熔融温度まで上昇させると共に前記半田の熔融温度に維持する加熱工程と、この加熱工程と並行して、前記真空室内に遊離基ガスを供給する工程とを、具備する半田付け方法。

【請求項2】 請求項1記載の半田付け方法において、前記遊離基ガスを供給する工程は、前記加熱工程の開始時よりも遅れた時点から開始される半田付け方法。

【請求項3】 請求項1記載の半田付け方法において、前記減圧は、前記真空室に接続された排気手段の排気速度を制御することと、前記真空室内へのガスの供給量を制御することによって所定の圧力で行われる半田付け方法。

【請求項4】 開閉可能な真空室と、前記真空室内に配置されており、前記真空室内に収容された半田を有する被処理物を前記半田の熔融温度以上に加熱可能な加熱手段と、前記真空室内に遊離基ガスを供給する遊離基ガス供給手段とを、具備する半田付け装置。

【請求項5】 請求項4記載の半田付け装置において、前記遊離基ガス供給手段は、ガスの供給手段と、このガスを遊離基化するプラズマ発生手段とを、有する半田付け装置。

【請求項6】 請求項4記載の半田付け装置において、前記加熱手段は、急速加熱及び冷却が可能に構成されている半田付け装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半田付け方法及び装置に関し、特に半田付け後の洗浄工程を省略することができるものに関する。

【0002】

【従来の技術】シリコンウエハーまたはチップまたは基板上に、電気的接続を容易にするために、半球状の半田である半田パンブを形成することがある。この半田パンブの形成は、例えば、次のようにして行われる。即ち、(1) 上述した基板等に電気メッキで半田層を形成し、この半田層の上にフラックスを塗布するか、或いは(2) 球状に形成した半田を、上述した基板等の上にフラックスの粘着性を利用して接着するか、或いは(3) 半田粒とフラックスとを練り合わせたクリーム半田を上述した基板等の上に印刷するかした後、大気中または窒素ガス雰囲気中で、半田の熔融温度以上に加熱し、半田を熔融させた後、冷却する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような半田パンブの形成では、フラックスは、半田内の酸化物の還元、除

2

去と、半田熔融後の半田表面を大気から遮断し、酸化を防ぐ目的で使用されている。しかし、半田の熔融、冷却後に基板等に残ったフラックス残渣は、基板等の絶縁性や耐食性の維持に悪影響を及ぼすので、洗浄、除去が不可欠である。また、加熱時に、フラックスが変性し、溶剤に溶けにくい物質に変化し、洗浄工程において容易に洗浄することができないことがある。

【0004】さらに、半田熔融時、半田板部の内部にフラックスや半田内のガス成分に起因する気泡(ボイド)が発生することがあり、この気泡は電気伝導性や信頼性を悪化させる。

【0005】上記のような問題は、半田パンブの形成のみに発生するのではなく、上記の半導体素子等の配線ピッチよりも実装基板の配線ピッチが広い場合に、半導体素子等の配線ピッチを実装基板の配線ピッチに広げるために使用するインターポーザーへの半田パンブの形成の他、インターポーザーへの基板等の半田付け、インターポーザーの実装基板への半田付けの場合にも、生じる。

【0006】本発明は、洗浄工程が不要な半田付け方法及び装置を提供することを目的とする。更に、本発明は、洗浄工程が不要でかつボイドの発生を防止することができる半田付け方法及び装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による半田付け方法は、半田を有する被処理物が配置される真空室を真空状態に減圧する工程と、前記真空状態にある真空室の温度を前記半田の熔融温度まで上昇させると共に、前記半田の熔融温度に真空室の温度を維持する加熱工程と、この加熱工程と並行して、前記真空室内に遊離基ガスを供給する工程とを、具備するものである。

【0008】真空状態において、被処理物を半田の熔融温度まで昇温させ、かつ熔融温度を維持している間に、半田が熔融し、半田付けが行われる。この間に、遊離基ガスが真空室内に供給されているので、この遊離基ガスの還元作用によって、半田内の酸化物を還元することができる。

【0009】前記遊離基ガスを供給する工程は、前記加熱工程が開始された時点から遅れて開始することができる。遊離基ガス供給工程の終期は、加熱工程の終期とはほぼ同時とすることもできる。遊離基ガスの供給工程の期間は、加熱工程の期間よりも短くされている。このように構成した場合、半田内に発生した気泡が、半田の表面に自然に形成されている酸化膜の欠陥部分から抜けた後、或いは自然酸化膜を破って抜けた後に、遊離基ガスによる還元が行われる。従って、還元が行われると共に、半田内の気泡が除去される。

【0010】前記減圧は、例えば約0.01 Torr (約1.33 Pa)まで行うことができる。さらに、前

(3)

特開2001-58259

3

記源圧制御は、真空室に接続された排気手段の排気速度を制御することと、前記真空室内へのガスの供給量を制御することによって行われ、例えば約0.1 Torr乃至1 Torr (約13.33 Pa乃至133 Pa)の圧力まで行うことができる。

【0011】このように排気手段の排気速度やガスの供給量を制御することによって予め定めた圧力まで真空室を排気することができ、かつ保持することができる。しかも、これらの制御は真空室内の圧力を計測し、偏差させることによって、容易に自動化することができる。

【0012】本発明による半田付け装置は、開閉可能な真空室内に、加熱手段が配置されている。真空室は、例えばチャンパーとこれに設けた排気手段とを備えたものである。加熱手段は、真空室内に収容された被処理物を加熱するものである。被処理物は、例えば半田バンプ形成用の半田を有している。複数の半田を設けることもでき、単数の半田を設けることもできる。加熱手段は、少なくとも前記半田の溶融温度に被処理物を加熱可能なものである。

【0013】この半田付け装置によれば、真空室内が開閉可能であるので、その内部に被処理物を配置可能である。真空室内に配置された被処理物は加熱手段によって加熱され、被処理物が有する半田が溶融する。また、遊離基ガスが供給されているので、この遊離基ガスの還元作用によって、半田内及び接合界面の酸化物を還元することができる。

【0014】遊離基ガスを使用せずに、還元性のある例えば水素ガスを利用して、半田内の酸化物を還元することも考えられる。しかし、水素ガスの還元力を有効に利用するためには、被処理物の温度を高くし、かつこの高い温度を長時間にわたって保持しなければならない。余り被処理物の温度を高くし、かつ高温状態を保持すると、被処理物に損傷を与える可能性がある。しかし、遊離基ガスを使用した場合には、予め活性化されているので、被処理物の温度を高くかつ長時間保持する必要がなく、被処理物に損傷を与えることがない。

【0015】前記遊離基ガス供給手段としては、ガスの供給手段と、このガスをプラズマ化するプラズマ発生手段とを使用することができる。

【0016】プラズマ発生手段としては、種々のものを使用することができるが、プラズマ励起電源として、周波数が高周波例えば13.56 MHzやマイクロ波例えば2.45 GHzである電源を使用することができる。また、プラズマ発生手段の放電手段として、容量結合型、誘導結合型及びマイクロ波放電といったものを使用することができる。

【0017】加熱手段は、急速加熱及び急速冷却が可能に構成されたものである。例えば、被処理物を支持する支持体を熱容量の小さい材質によって形成し、その内部に加熱手段、例えばヒーターを埋設し、この支持体に

4

接触及び非接触が可能に冷却手段を設けることによって、急速加熱及び冷却を可能にすることができる。

【0018】急速加熱及び急速冷却可能な加熱手段を設けた場合、被処理物を急速に加熱することができ、半田の溶融を急速に行える上に、急速に半田を冷却することができる。従って、被処理物に熱による損傷を与えることが少ない。さらに、冷却速度が遅いときに見られる半田結晶粒子が大きく成長し、接合強度に悪影響を及ぼすことを防げる。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施の形態の半田付け装置は、図1に示すように、真空室2を有している。真空室2は、例えばチャンパー4を有し、チャンパー4は、下部室4aと上部室4bとからなる。下部室4aは、上縁に開口を有する箱形のもので、その開口を被覆可能に上部室4bが、例えば蝶番によって結合されている。なお、下部室4aを上部室4bが被覆している状態では、両者の内部は気密状態となる。下部室4aの底部には、排気手段、例えば真空ポンプ6が取り付けられている。被覆状態において、真空ポンプ6を作動させることによって、真空室2の内部を真空状態とすることができる。なお、真空ポンプ6は、その排気速度を制御することができるものである。

【0020】この真空室2の内部、例えば下部室4b側には、加熱手段、例えば加熱装置8が設けられている。この加熱装置8は、被処理物、例えば半田バンプを形成するシリコンウエハー10を、表面側で支持可能な平板状の支持台12を有している。この支持台12は、熱容量が小さい材質、例えばセラミックまたはカーボン製であり、その内部にヒーター14が埋設されている。

【0021】なお、このヒーター14の加熱用電源は、真空室2の外部に設けられており、ヒーター14の導線は、真空室2の気密状態を保ったまま、外部に導出され、加熱用電源に接続されている。

【0022】図示していないが、支持台12の裏面全面に接触可能な大きさの冷却装置が、真空室2内に、支持台12の裏面側に接触及び非接触可能に設けられている。この冷却装置は、流体、例えば水によって支持台12を冷却するものである。

【0023】ヒーター14が通電され、被処理物10を加熱している間には、冷却装置は、支持台12と非接触であるが、ヒーター14への通電が絶たれたとき、支持台12の裏面に接触して、支持台12を冷却する。支持台12が熱容量の小さいものであるため、急速な加熱が行え、かつ急速な冷却が可能である。

【0024】チャンパー4の上部室4bには、遊離基ガス発生手段、例えば水素ラジカル発生装置16が設けられている。この水素ラジカル発生装置16は、プラズマ発生手段によって、水素ガスをプラズマ化して、水素ラジカルを発生させるものである。この水素ラジカル発生

(4)

特開2001-58259

5

6

装置16は、マイクロ波発生器18を上部室4bの外部に有し、これにおいて発生されたマイクロ波を伝送する導波管20を、上部室4bの上壁に有している。この導波管20は、マイクロ波導入室22を有している。このマイクロ波導入室22は、支持台12と対面するように、かつ支持台12の全面を覆う形状に形成されている。従って、マイクロ波は、図1に矢印で示すように、支持台12の全面を覆う広い領域にわたって、上部室4b内に侵入する。

【0025】この導入室22の近傍において、水素ガス供給管24が、上部室4b内に設けられている。この水素ガス供給管24は、真空室4の外部に設けられた水素ガス源25から水素ガスを上部室4b内に供給するためのものである。水素ガス源25は、チャンバー4内への供給量を制御可能なものである。この供給された水素ガスが、マイクロ波導入室22を介して導入されたマイクロ波によってプラズマ化されて、水素ラジカルを発生する。この水素ラジカルは、上部室4bの内部にイオンのような不要な荷電粒子を捕集するために設けられた金網26を通して、被処理物10の全域に向かう。なお、水素ガス供給管24は、複数本、設置することができる。

【0026】水素ガス源25、真空ポンプ6を制御するために制御装置28が設けられている。この制御装置28における制御に利用するために、チャンバー4には圧力計27が設けられている。

【0027】このように構成された半田付け装置での半田付けは、例えば次のように行われる。まず、上部室4bを開いて、既に形成してあるウエハーを、被処理物10として、支持台12上に配置する。その被処理物の上に、半田バンプの元となる複数個の半田層またはボールを間隔をおいて配置する。上部室4bを閉じた後、真空ポンプ6を動作させて、チャンバー4内を、例えば図2に示すように、約0.01 Torr (約1.33 Pa) まで排気し、チャンバー4内を真空状態とする。マイクロ波発生器18を動作させて、マイクロ波を発生させると共に、水素ガスをチャンバー4内に供給し、チャンバー4内に水素ラジカルを発生させる。このときのチャンバー4内の圧力は、例えば約0.1乃至1 Torr (約13.3 Pa乃至133.3 Pa) である。

【0028】チャンバー4内の圧力が上記の圧力になると、ヒーター14に通電し、被処理物10を加熱する。支持台12の熱容量が小さいので、非常に短時間、例えば加熱開始後約2分で、半田の熔融温度となる。この熔融温度を例えば約1分間にわたって保持する。これによって、被処理物10上の半田が熔融し、半田バンプが形成される。このとき、水素ラジカルが被処理物10の全面に供給されているので、半田に含まれている金属酸化物も、水素ラジカルによって還元される。同時に、半田内に気泡が形成されても、チャンバー4内が真空状態であるので、半田内から大きな気泡が抜け、半田ボイドの

形成が或る程度阻止される。半田が熔融し、半田バンプが形成されると、ヒーター14への通電が絶たれ、冷却装置が支持台12に接触し、被処理物10の冷却が行われる。この冷却も急速に行われ、例えば約1分で室温に展される。なお、冷却の開始とはほぼ同時に、チャンバー4内は真空ポンプ6によって約0.01 Torr (約1.33 Pa) まで真空引きされ、その後に図示しない窒素ガス源から窒素ガスが供給され、大気圧とされる。

【0029】このように、還元力の強い遊離基ガス、例えば水素ラジカルを被処理物10に供給していることで、フラックスを使用しなくても、半田酸化物を還元することができる。また、真空状態にあるチャンバー4内で、半田の加熱・熔融を行っているため、大きな気泡も容易に半田から抜くことができ、半田内のボイドの発生を防止できる。

【0030】また、ガスのプラズマ化によって得られる還元力の強い遊離基ガスを利用しているため、半田や被処理物の温度を、半田の熔融に必要な温度よりもかなり高い温度にまで高める必要がなく、被処理物10を損傷することがない。しかも、被処理物10に対して上述したように、急速加熱、急速冷却が行われているので、被処理物10自体が高温状態に保たれる時間が短く、熱によって被処理物10が損傷することがない。

【0031】また、マイクロ波の導入は、被処理物10の全面を覆う形状のマイクロ波導入室22によって行われているので、水素ラジカルも、マイクロ波導入室22の直下で、被処理物10のほぼ全域を覆う形状、面積で発生し、酸化半田の還元も、各酸化半田において万遍なく行われている。

【0032】なお、真空ポンプ6や水素ガス供給源25の制御は、チャンバー4に設けた圧力計27からの圧力信号に基づいて、制御部28が行っている。

【0033】また、この半田付け装置での半田付けは、例えば次のようにして行うこともできる。まず、上部室4bを開いて、被処理物10及び複数個の半田層またはボールを支持台12上に配置する。上部室4bを閉じて、チャンバー4内を例えば約0.01 Torr (約1.33 Pa) まで排気し、チャンバー4内に水素ガスを供給し、水素雰囲気とする。このときのチャンバー4内の圧力は、約0.1 Torr乃至1 Torr (約13.3乃至133.3 Pa) である。次にヒーター14に通電し、加熱し、半田の熔融温度とする。この熔融温度を例えば約3乃至4分間継続する。この加熱の開始時から所定の時間、例えば約1.5分乃至2分経過したとき、即ち加熱時間の約1/2が経過したとき、マイクロ波発生器18を動作させて、チャンバー4内に水素ラジカルを発生させる。この水素ラジカルが発生状態を例えば約1.5乃至2分継続する。即ち、加熱工程の約1/2の時間の経過後に、加熱工程の残りの約1/2に亘って水素ラジカルを発生させる。以下、上述した半田付け

(5)

特開2001-58259

7

方法と同様に処理が行われる。この半田付け方法の温度及び圧力プロファイルを図3に示す。なお、水素ラジカルの発生は、加熱工程の約1/2の時間が経過後に開始したが、その開始時期は、加熱工程の開始時よりも後であればよく、例えば加熱工程の開始時から約1/4乃至3/4の時間の経過後に開始すればよい。この場合、水素ラジカルの供給の停止は、加熱工程の終了とほぼ同時にしてもよく、逆に、加熱工程の終了時期よりも遅く、水素ラジカルの供給を停止してもよい。

【0034】図4は、上述の半田付け装置において、水素ガス雰囲気中で半田の溶融温度まで温度を上昇させて、加熱のみを行ったときの被処理物10のX線透過像の写真、図5は、同半田バンプの走査電子顕微鏡写真である。図4のX線透過像から、ボイドが各バンプから抜け出ていることが分かる。抜け出した結果、図5に示すように各バンプには窪みが形成される。これは、バンプの表面に形成されている自然酸化膜の欠陥部分からボイドが抜け出た、或いは自然酸化膜を破ってボイドが抜け出した結果と考えられる。このようにボイドを抜くことだけを考えた場合、加熱のみを行うことが望ましい。

【0035】図6は、上述の半田付け装置において、水素ガス雰囲気中で半田の溶融温度まで上昇させて加熱する加熱工程における温度上昇の開始時から加熱工程の終了時まで、プラズマを照射したときの被処理物10のX線透過像の写真、図7は、同半田バンプの走査電子顕微鏡写真である。図6に符号aで示すように、細かいボイドが抜けしていないバンプが存在している。これは、バンプの表面が融点に達したとき、半田がプラズマから供給される水素ラジカルにより還元されていて、既に液体になっており、その表面張力が大きく働き、体積の小さいボイドが半田バンプから抜けられなかったものと考えられる。なお、体積の大きいボイドは、液面となっているバンプの表面張力よりも強い力で半田ボイドから抜け出るが、そのとき同時に半田も吹き飛ばされ、半田の飛び散りが生じる。しかし、図5では、半田バンプが良好に濡れていないので、半田バンプの下方にあるバリアメタルが見えているが、図7では、半田バンプが良好に濡れているので、半田バンプの下方にあるバリアメタルが見えていない。従って、水素ラジカルによる還元によって良好に濡れることが明らかである。よって、濡れを良好にすることに重点を置く場合、加熱工程の最初から最後まで水素ラジカルを供給することが望ましい。

【0036】図8は、上述の半田付け装置において、水素ガス雰囲気とし、半田融点に達してから一定時間経過後にプラズマ照射を行ったときのX線透過像の写真で、図9は、同半田バンプの走査電子顕微鏡写真である。図8から明らかなように、各バンプにはボイドは存在していない。これは、プラズマ照射を行う前に、ボイドを予め抜いておき、その後にバンプ内の酸化物を水素ラジカルによって還元しているからである。また、還元開始前

8

のまだ完全に酸化していない状態においてボイドが自然酸化膜の欠陥部分等から抜け出ているので、半田が飛び散ることもない。従って、ボイドの発生を防止し、かつ濡れを良好にする場合には、加熱工程の途中から水素ラジカルの供給を行うことが望ましい。

【0037】本発明の半田付け装置の第2の実施の形態を図10に示す。この半田付け装置は、図1の半田付け装置とは、金網26が設けられていない点で相違する。金網26を設けていないので、水素ラジカルの他にイオン等の荷電粒子も被処理物10に到達し、還元力を高めるので、もっと酸化度の高い半田の還元も可能になる。図示は省略したが、水素ガス源25、圧力計27、制御部28も、設けられている。

【0038】本発明の半田付け装置の第3の実施の形態を図11に示す。この半田付け装置は、高周波発生器32からの高周波によって水素ガスをプラズマ化することによって、遊離基ガスを発生しているものである。図4において、34はチャンバー、36は水素ガス供給通路、37は金網、38は支持台、40は支持台38内に配置された加熱用ヒーター、42が被処理物、44が真空ポンプである。無論、支持台38には、裏面側に接触及び非接触可能な冷却装置が設けられている。高周波発生器32は、金網37と支持台38との間に高周波を印加し、これらの間にプラズマを発生させる。このとき、イオン等の荷電粒子と共に水素ラジカルが発生する。図示は省略したが、水素ガス源が水素ガス供給通路36に接続され、チャンバー34には、圧力計が設けられ、この圧力計で測定された圧力信号に基づいて真空ポンプと水素ガス源とを制御する制御部も設けられている。第2及び第3の実施形態の反動付け装置いずれにおいても、第1の実施形態に関連して説明した2つの半田付け方法のいずれも実施することができる。

【0039】上記の3つの実施の形態では、被処理物としてウェハーを使用した。これに限ったものではなく、例えばチップや基板への半田バンプの形成に使用することもできるし、インターポーザーへの半田バンプの形成にも使用することができるし、ウェハー等のインターポーザーへの半田付け或いはインターポーザーの基板への半田付けにも使用することができる。さらに、10mm×10mm程度以上の大型シリコンチップを基板に半田付けするような場合や、シリコンチップ等を搭載した基板を、放熱板に半田付けするような場合にも使用することができる。

【0040】また、遊離基ガスとして水素ラジカルを使用した。これに限ったものではなく、例えばプラズマによって遊離基を発生するガスなら他のものを使用することもできる。なお、第1及び第2の実施の形態では、チャンバー4を下部室4a、上部室4bに分割形成したものを示したが、例えば直方体状にチャンバーを形成し、その一側面を開口させ、この開口を蓋または弁によ

(6)

特開2001-58259

9

って開閉する構成とすることもできる。

【0041】

【発明の効果】 以上のように、本発明によれば、ブラックを使用しなくても半田の酸化を防止することができる。また、半田内のボイドの発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態の半田付け装置の概略図である。

【図2】 図1の半田付け装置の温度及び圧力の変化状態の一例を示す概略図である。

【図3】 図1の半田付け装置における別の温度及び圧力の変化状態の他の例を示す概略図である。

【図4】 図1の半田付け装置において水素ガス雰囲気中で半田の熔融温度まで温度を上昇させて、加熱のみを行ったときの被処理物10のX線透過像の写真である。

【図5】 同半田パンプの走査電子顕微鏡写真である。 *

10

*【図6】 図6は、図1の半田付け装置において水素ガス雰囲気中でプラズマを加熱工程の開始時から終了まで照射したときの被処理物10のX線透過像の写真である。

【図7】 同半田パンプの走査電子顕微鏡写真である。

【図8】 図1の半田付け装置において水素ガス雰囲気とし半田融点に達してから一定時間経過後にプラズマ照射を行ったときのX線透過像の写真である。

【図9】 同半田パンプの走査電子顕微鏡写真である。

【図10】 本発明の第2の実施の形態の半田付け装置の概略図である。

【図11】 本発明の第3の実施の形態の半田付け装置の概略構成図である。

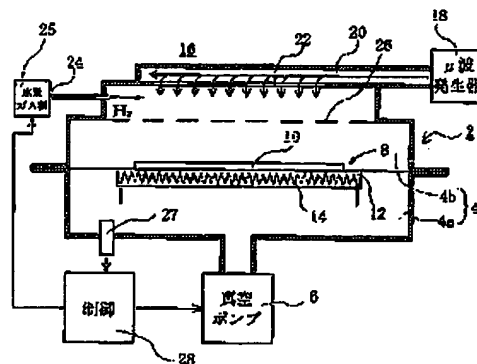
【符号の説明】

2 真空室

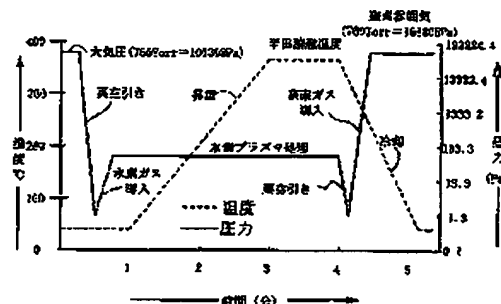
10 被処理物

16 遊離基ガス発生装置

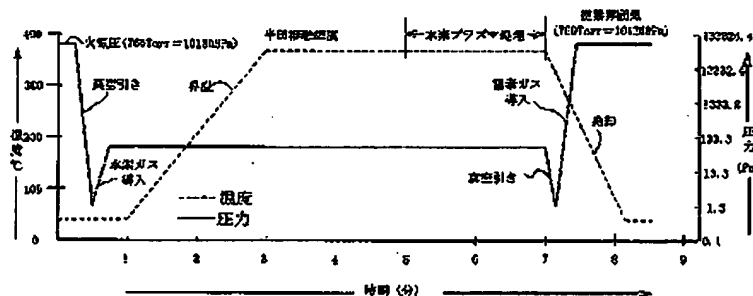
【図1】



【図2】



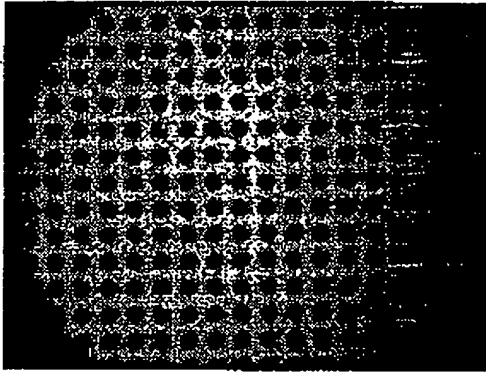
【図3】



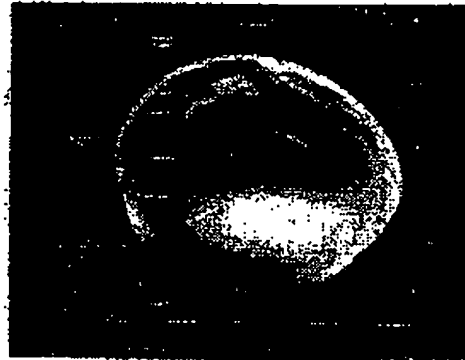
(7)

特開2001-58259

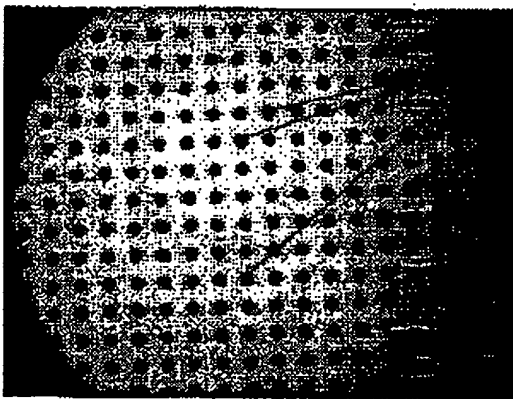
【図4】



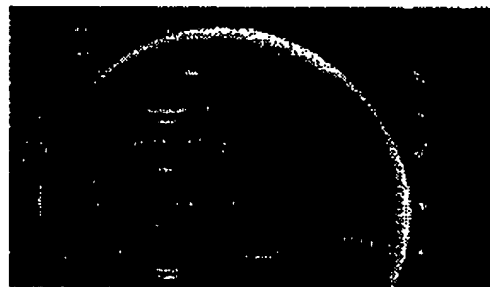
【図5】



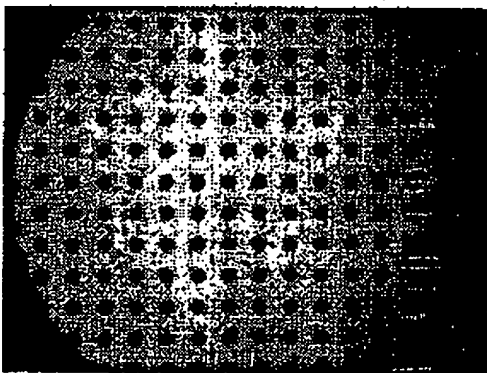
【図6】



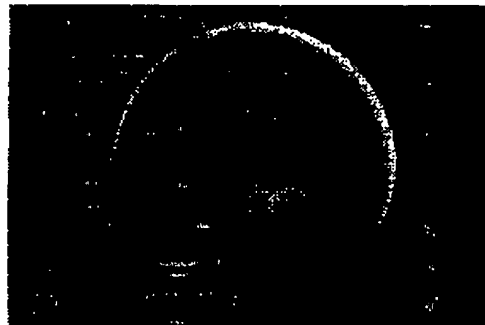
【図7】



【図8】



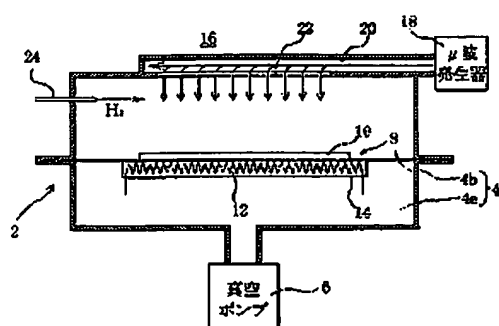
【図9】



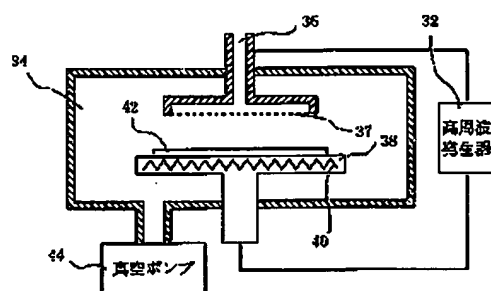
(8)

特開2001-58259

【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ 識別記号
H 0 1 L 21/60
H 0 5 K 3/34 5 0 7
// B 2 3 K 101:40

F i テーコード (参考)
H 0 5 K 3/34 5 0 7 J
H 0 1 L 21/92 6 0 4 E
6 0 4 H

(72)発明者 森 武史
兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番35号
神港精機株式会社内
(72)発明者 橋本 孝
兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番35号
神港精機株式会社内
(72)発明者 岩佐 久夫
兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番35号
神港精機株式会社内

(72)発明者 中野 賀正
兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番35号
神港精機株式会社内
(72)発明者 加々見 丈二
兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番35号
神港精機株式会社内
(72)発明者 古本 幸喜
兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番35号
神港精機株式会社内
(72)発明者 竹内 達也
兵庫県神戸市西区高塚台3丁目1番35号
神港精機株式会社内